

D9



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 40 13 402 A 1

⑯ Int. Cl. 5:  
**G 01 N 22/02**  
G 01 N 29/02

DE 40 13 402 A 1

⑯ Aktenzeichen: P 40 13 402.4  
⑯ Anmeldetag: 26. 4. 90  
⑯ Offenlegungstag: 7. 11. 91

⑯ Anmelder:  
Infurex AG, Cham, CH

⑯ Erfinder:  
Antrag auf Nichtnennung

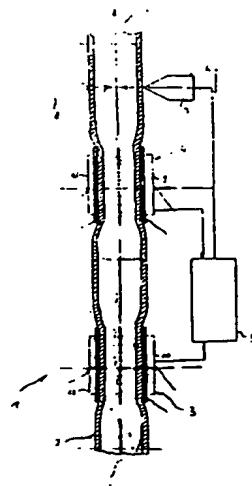
⑯ Vertreter:  
Hoefer, T., Dipl.-Ing., 4800 Bielefeld; Schmitz, H.,  
Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Univ.; Weber, J.,  
Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anwälte, 8022 Grünwald

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Verfahren und Vorrichtung zur Erkennung von Gasblasen in mit Flüssigkeit gefüllten Leitungen, insbesondere flexiblen, schlauchförmigen Leitungen oder Containern

⑯ Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung (1) zur Erkennung von Gasblasen in mit Flüssigkeit gefüllten flexiblen Leitungen (2), wobei Sende-/Empfangs-Einrichtungen (3, 4) auf beiden Seiten der Leitung (2) angeordnet sind

und Einzelimpulse bestimmter Höhe und Form aussenden, die als Empfangsimpulse bestimmter Höhe und Form innerhalb einer bestimmten Zeit vom jeweiligen Empfänger (11, 12) erwartet werden.



DE 40 13 402 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erkennung von Gasblasen in mit Flüssigkeit gefüllten Leitungen, wie insbesondere flexiblen Leitungen oder schlauchförmigen Containern wie sie beispielsweise in der Medizin-Technik Verwendung finden.

In vielen Bereichen der Technik sowie im medizinischen Bereich ist das Auftreten von Gasblasen problematisch, da sie beispielsweise die Strömungsverhältnisse erheblich beeinflussen können, und da sie beim Eindringen in menschliche oder tierische Gefäßsysteme Ursache schwerer Komplikationen sein können.

Um diesen Komplikationen zu begegnen, werden beispielsweise bei Druckinfusionsapparaten oder auch bei Geräten aus sonstigen Bereichen Lufterkennungseinrichtungen vorgesehen, die auf fotoelektrischer Basis arbeiten.

Der Nachteil von fotoelektrischen Systemen ist jedoch darin zu sehen, daß bei Opaquen-Flüssigkeiten, wie Blut oder Lipiden, nicht unterschieden werden kann, ob die die Flüssigkeiten führenden Leitungen vollständig oder nur mit Flüssigkeitsschaum gefüllt sind, oder ob nur ein an den inneren Wänden anhaftender undurchsichtiger Restfilm der Flüssigkeit vorhanden ist, während der Schlauch an sich nur mit Gas gefüllt ist.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Erkennung von Gasblasen in mit Flüssigkeit gefüllten Leitungen zu schaffen, die eine sichere Unterscheidung zwischen tatsächlich mit Flüssigkeit oder nur bzw. teilweise mit Gasblasen gefüllten Leitungen ermöglichen.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt durch die Merkmale des Anspruches 1 bzw. des Anspruches 11.

Gemäß den Prinzipien des erfindungsgemäßen Verfahrens wird ein Sendeimpuls bestimmter Höhe und Dauer ausgelöst und ein Empfangsimpuls bestimmter Höhe und innerhalb einer bestimmten Zeit erwartet. Dieser dynamische Vorgang ermöglicht die Unterscheidung, ob die Leitung mit Flüssigkeit gefüllt ist oder nicht, oder ob nur die Außenwände der Leitung feucht sind, was bei eventuell gleicher Höhe des Empfangsimpulses eine später einsetzende Ansprechzeit bewirkt. Hierbei erfolgt die Erkennung einer Gasblase prinzipiell dadurch, daß der Sendeimpuls bei Vorliegen einer Gasblase mehr geschwächt wird, als bei einer vollständig mit Flüssigkeit gefüllten Leitung.

Es wird mit anderen Worten gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren ein einzelner Impuls hoher Energie und definierter Form von einer Seite der Leitung gesendet und während der Dauer eines bestimmten Fensters, das mit der Dauer des Sendeimpulses abgestimmt wird, an der anderen Seite der Leitung empfangen. Durch die Bestimmung des Verhältnisses Impulslänge/Fensterdauer kann ausgeschlossen werden, daß Flüssigkeitsansammlungen um den Schlauch herum vorliegen, da die Laufzeit des definierten, vorzugsweise extrem kurzen Impulses, auf dem direkten Wege vom Sender zum Empfänger wesentlich geringer ist, als die Laufzeit eines Impulses, der beispielsweise über einen Bypass um den Schlauch herum laufen muß.

Zu den besonderen Vorteilen des erfindungsgemäßen Verfahrens zählt, daß es die Möglichkeit bietet, Gasblasen verschiedener Größe zu unterscheiden, damit Gasblasen von unbedenklicher Größe passieren können, während Gasblasen von für den jeweiligen Anwendungsfall relevanter Größe beispielsweise einen Alarm auslösen oder die Sperrung der Leitung zur Unterbre-

chung der Flüssigkeitsströmung bewirken.

Die Unteransprüche 2 – 10 haben vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Inhalt.

5 Wird die Leitung an der bzw. den jeweiligen Meßstellen um ein bestimmtes Maß, das je nach Leitungsart und Anwendungsfall vorbestimmt ist, zusammengepreßt, ergibt sich vorteilhafterweise eine weitere Verbesserung der zuvor beschriebenen Unterscheidungsmöglichkeit, da durch die Zusammendrückung bzw. Quetschung des Schlauches zwischen Senderseite und Empfängerseite der Weg der Direktübertragung geringer wird, und überdies die Adhäsion der Leitung durch den Anpreßdruck des Schlauches gegen die aktiven Flächen des Senders und Empfängers unterstützt wird.

10 Werden zwei in Längsrichtung der Leitung voneinander beabstandete Meßstellen bzw. Meßstrecken vorgesehen, die jeweils Sendeimpulse erzeugen und erwarten sowie auswerten, ergibt sich der Vorteil, daß Blasenlänge und Anzahl der die Meßstrecken passierenden Blasen mit hoher Genauigkeit bestimmt werden können.

15 Hierbei sollte zweckmäßigerweise die Frequenz des Sendeimpulses der Förderrate angepaßt werden, was die Erkennung der Blasenlänge ohne eine mechanische Beanspruchung des in der Leitung geführten Mediums vereinfacht.

20 Zur Bestimmung der Blasenlänge wird bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens die Ansprechzeit auf die ausgesendeten Impulse mit der jeweiligen Fließgeschwindigkeit der zu untersuchenden Flüssigkeit in Relation gesetzt.

25 Sind zwei beabstandete Meßstrecken vorgesehen, wird die Bestimmung der Blasenlänge dadurch bewirkt, daß zunächst für eine gewisse Zeitspanne das gleichzeitige Ansprechen beider Meßstrecken festgestellt werden muß, was mit anderen Worten bedeutet, daß eine Blase einer Länge vorliegt, die zumindest dem Abstand der beiden Meßstrecken entspricht. Daher kann vorteilhafterweise je nach Anwendungsfall der Abstand der beiden Meßstrecken an die jeweiligen Verhältnisse und Bedürfnisse angepaßt werden, so daß eine kritische Mindestblasenlänge durch den Meßstreckenabstand eingestellt werden kann, bei deren Vorliegen beispielsweise Alarm ausgelöst wird oder eine Sperrung der Leitung erfolgt. Jedoch auch über diese Mindestgröße hinaus kann gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens die absolute Blasenlänge bestimmt werden, indem zwei Zeitspannen ermittelt werden, deren erste die Zeit angibt, während der beide Meßstrecken auf das Vorliegen einer Blase ansprechen, und deren zweite Zeitspanne die Zeit angibt, die verstreicht, nachdem die in Strömungsrichtung gesehen erste Meßstrecke deaktiviert wird, bis zu dem Zeitpunkt, an dem die Gasblase die zweite Meßstrecke verläßt, so daß diese keine Anzeigesignale mehr abgibt. Aus der Summe der ersten und zweiten Zeitspanne kann dann in Zusammenhang mit der ermittelten Fließgeschwindigkeit, die in vielen Fällen eine bekannte Größe darstellt, die absolute Blasenlänge ermittelt werden.

30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150 155 160 165 170 175 180 185 190 195 200 205 210 215 220 225 230 235 240 245 250 255 260 265 270 275 280 285 290 295 300 305 310 315 320 325 330 335 340 345 350 355 360 365 370 375 380 385 390 395 400 405 410 415 420 425 430 435 440 445 450 455 460 465 470 475 480 485 490 495 500 505 510 515 520 525 530 535 540 545 550 555 560 565 570 575 580 585 590 595 600 605 610 615 620 625 630 635 640 645 650 655 660 665 670 675 680 685 690 695 700 705 710 715 720 725 730 735 740 745 750 755 760 765 770 775 780 785 790

Ferner ist es mit dem erfindungsgemäßen Verfahren gemäß der vorteilhaften Weiterbildung des Anspruches 7 möglich, eine Blasenzählung vorzunehmen, wobei die sequentielle Erregung beider Meßstrecken anzeigt, daß die jeweilige Blase bzw. die Blasen tatsächlich beide Meßpunkte passiert haben, wohingegen eine Blase, die im Leitungsabschnitt zwischen den Meßpunkten bzw. Meßstrecken pendelt, nicht bei der Zählung registriert wird.

Erfindungsgemäß kann ferner vorgesehen sein, daß in Abhängigkeit jeweils maximal zulässiger Werte für Blasenlänge und Blasenzahl entweder Alarm ausgelöst wird oder die Leitung abgesperrt wird, oder daß eine Kombination hieraus gebildet wird.

Als eine besonders bevorzugte Erzeugungsart für die Sende- und Empfangsimpulse sind akustische Signale hervorzuheben, wobei sich durch die Einzelimpulserzeugung der besondere Vorteil ergibt, daß eine mechanische Beanspruchung der zu untersuchenden Flüssigkeit vermieden wird, wie sie ansonsten beispielsweise durch eine permanente Beschallung insbesondere bei niedrigen Fließgeschwindigkeiten zu erwarten wäre. Überdies ergibt sich durch die akustische Einzelimpulserzeugung der Vorteil, daß die Meßstrecken sehr stabil sind, was das Vermeiden der Auslösung von Fehlalarmen unterstützt.

Mit der in Anspruch 11 angegebenen erfundungsgemäß Vorrichtung ist es vorteilhafterweise aufgrund der Anordnung des Senders und des Empfängers auf einander gegenüberliegenden Seiten der Leitung und der Auflage der Sende-Empfangseinrichtung auf der Außenoberfläche der Leitung möglich, Einzelimpulse der zuvor beschriebenen definierten Art auszusenden und während der Dauer eines vorbestimmbaren Empfangsfensters zu empfangen und auszuwerten. Daher ergibt die erfundungsgemäß Vorrichtung insofern die gleichen Vorteile wie das erfundungsgemäß Verfahren.

Durch die Wahl des Abstandes zwischen Sender und Empfänger ist es bei der erfundungsgemäß Vorrichtung ferner möglich, die Leitung, die vorzugsweise aus flexiblem zusammendrückbaren Material besteht, an den Meßstellen derart zu verformen, daß der Abstand zwischen Sender und Empfänger geringer ist, als die Abmessung der Leitung im entspannten Zustand. Hierdurch wird eine Verringerung des Laufweges für das Sendesignal bewirkt, die die zuvor beschriebenen Vorteile bei der Erkennung und Auswertung der vorliegenden Verhältnisse ermöglicht. Durch die Verformung der Leitung ergibt sich vorteilhafterweise ein Paar gegenüberliegender im wesentlichen paralleler und planer Auflageflächen, deren Breite vorzugsweise größer ist, als die Breite des Senders und Empfängers. Hierdurch kann vorteilhafterweise eine Fehlerquelle eliminiert werden, die bei Sender und Empfänger, die breiter wären als die Auflageflächen darin bestehen würde, daß es dann nicht ausgeschlossen werden könnte, daß ein über die Randbereiche laufender Sendeimpuls so empfangen und ausgewertet werden würde, als hätte er die Leitung und die darin befindliche Flüssigkeit im Leitungsinneren durchdrungen. Diese Fehlerquelle bestünde vor allem dann, wenn die Außenoberfläche der Leitung feucht wäre, so daß ein Vorbeilaufen eines Sendeimpulses bei zu bereitem Sender und Empfänger über diesen äußeren Flüssigkeitsfilm nicht ausgeschlossen werden könnte.

Im Gegensatz hierzu wird durch die erfundungsgemäß richtige Breiteneinstellung des Senders und Empfängers relativ zur Leitung sichergestellt, daß bei feuchter Leitungsoberfläche ein Bypass erzeugt wird, dessen Laufweg jedoch deutlich länger ist, als der Laufweg durch das Leitungsinnere, so daß ein entsprechend empfangenes Signal, u. U. gleicher Signalhöhe und Form, jedoch erst nach einer deutlich längeren Ansprechzeit empfangen wird.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform kann die Detektionseinrichtung der erfundungsgemäß Vorrichtung zwei Sende/Empfangs-Einrichtungen aufweisen, deren Abstand entlang der Längsachse der Lei-

tung je nach Anwendungsfall und Randbedingungen eingestellt werden kann. Hierbei ist es auch denkbar, bei einem Gerät, bei dem die erfundungsgemäß Vorrichtung zur Gasblasenerkennung verwendet wird, eine flexible Einstellbarkeit des Abstandes der Sende/Empfangs-Einrichtungen vorzusehen.

In den Ansprüchen 14 – 17 sind Zusatzeinrichtungen der Detektionseinrichtung angegeben, die die Ermittlung der Blasenlänge, der Blasenzahl, eine Absperrung sowie eine Alarmauslösung ermöglichen.

Die erfundungsgemäß Vorrichtung weist bevorzugterweise eine akustische Detektionseinrichtung mit akustischen Sende/ Empfangseinheiten auf, die akustische Einzelsignale aussenden, deren Signalform und Höhe nach den Prinzipien des erfundungsgemäß Verfahrens eingestellt werden können. Hierbei ist der Signalempfang und die Auswertung ebenfalls nach den zuvor erläuterten Prinzipien.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus nachfolgender Beschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnung.

Es zeigt:

Fig. 1 eine schematisch stark vereinfachte Darstellung eines Längsschnittes durch eine Leitung, die mit einer erfundungsgemäß Luftblasen-Erkennungsvorrichtung versehen ist.

Fig. 2 eine der Fig. 1 entsprechende Darstellung eines Schnittes durch eine Sende-Empfangs-Einrichtung der Vorrichtung gemäß Fig. 1.

Fig. 3 die Darstellung eines Sendeimpulses,

Fig. 4 die Darstellung eines Empfangsimpulses bei leerer Leitung, und

Fig. 5 die Darstellung eines Empfangsimpulses bei gefüllter Leitung.

In Fig. 1 ist eine erfundungsgemäß Vorrichtung 1 zur Erkennung von Gasblasen in einer Flüssigkeit dargestellt, die in einer Leitung 2 geführt ist. Die Leitung 2 kann hierbei grundsätzlich Teil einer Vorrichtung oder eines Gerätes aus all den technischen oder medizinischen Bereichen sein, bei denen Gasblasen in strömenden Flüssigkeiten auftreten können, und bei denen das Auftreten derartiger Gasblasen zu Komplikationen führen kann, so daß eine Erkennung erforderlich ist. Besonders problematisch ist das Auftreten von Gasblasen im medizinischen Bereich, beispielsweise bei arterieller oder venöser Infusion, da hierbei bereits geringste Mengen zu erheblichen Schädigungen des Patienten bis zum Tode führen können. Es sei jedoch nochmals betont, daß die Anwendung der erfundungsgemäß Vorrichtung nicht auf den medizinischen Bereich beschränkt ist, so daß es sich bei der Leitung 2 prinzipiell um jede Art von vorzugsweise flexibler und schlauchförmiger Leitung oder Container handeln kann. Die erfundungsgemäß Vorrichtung 1 weist eine außerhalb der Leitung 2 angeordnete Detektionseinrichtung auf, die im beispielssache zwei Sende/Empfangs-Einrichtungen 3 und 4 aufweist, die entlang der Längsachse L der Leitung 2 in einem vorwählbaren Abstand zueinander angeordnet sind. Aufgrund der in Fig. 1 gewählten Darstellung der Fließrichtung F bildet die Sende/Empfangs-Einrichtung 3 eine erste Meßstrecke, während die Sende/Empfangs-Einrichtung 4 eine zweite Meßstrecke darstellt.

Die Detektionseinrichtung der erfundungsgemäß Vorrichtung 1 weist neben den Sende/Empfangs-Einrichtungen ferner die üblicherweise erforderlichen Energiequellen, einen Impulsgenerator, eine Alarmeinrichtung sowie Auswerte- und Anzeigeeinheiten auf, die

in Fig. 1 schematisch durch den Block 5 symbolisiert sind. Ferner ist eine in Fließrichtung F hinter der zweite Meßstrecke 4 angeordnete schematisch vereinfacht dargestellte Absperreinrichtung 6 vorgesehen, die beispielsweise zwei Absperrscher 7 und 8 umfassen kann, die im Bedarfsfalle die Leitung 2 vollständig schließen. Die Absperreinrichtung 6 kann hierbei ein Teil der Detektionseinrichtung sein und in Abhängigkeit vom Erfassen von Luftblasen in der Leitung 2 gesteuert und mithin zum Absperren der Leitung 2 betätigt werden.

Wie Fig. 1 verdeutlicht, weist jede Sende/Empfangseinrichtung 3, 4 einen Sender 9 bzw. 10 und einen derselben gegenüber angeordneten Empfänger 11 bzw. 12 auf. Bei der in Fig. 1 dargestellten bevorzugten Ausführungsform handelt es sich bei den Sende/Empfangs-Einrichtungen 3 und 4 um akustische Meßstrecken, die Einzelimpulse definierter Form und Höhe aussenden und mit ihren Empfängern 11 bzw. 12 diese durch das Vorhandensein bzw. Nichtvorhandensein von Gasblasen mehr oder weniger geschwächten Signale entsprechend einem vorbestimmbaren Empfangsfenster empfangen.

Die Sender 9, 10 und Empfänger 11, 12 sind jeweils auf gegenüberliegenden Seiten der Leitung 2 angeordnet, wie dies aus Fig. 1 und aus der Einzeldarstellung der Fig. 2 hervorgeht. Hierbei liegen Sender 9, 10 und Empfänger 11, 12 auf der Außenfläche der Leitung 2 auf und drücken diese an den Meßstellen in der aus den Fig. 1 und 2 ersichtlichen Art und Weise zusammen. Hierdurch werden Auflagewandbereiche 13 und 14 (Fig. 2) gebildet, die im wesentlichen plan sind und parallel zueinander ausgerichtet sind. Aus Fig. 2, die repräsentativ für beide Sende/Empfangs-Einrichtungen 3, 4 zu sehen ist, verdeutlicht, daß hierdurch ein Zusammendrücken der Leitung 2 resultiert, was den Abstand zwischen Sender und Empfänger der jeweiligen Sende/Empfangs-Einrichtung 3, 4 im Vergleich zur Abmessung der Leitung im nicht zusammengedrückten Zustand verkleinert.

Fig. 2 verdeutlicht ferner, daß die Breite des Senders und Empfängers geringer ist als die Breite der Auflagewandbereiche 13, 14. Hierdurch wird sichergestellt, daß bei feuchter Außenwand der Leitung 2 ein Impuls über einen Bypass laufen muß, der den gekrümmten Randbereichen 15 bzw. 16 entspricht, der wesentlich länger ist als der direkte Weg zwischen Sender und Empfänger senkrecht zu den Auflagewandbereichen 13 und 14.

Anhand der Fig. 2 wird nachfolgend beispielhaft ein möglicher Aufbau einer Sende/Empfangs-Einrichtung der erfundungsgemäßen Vorrichtung 1 beschrieben, der als akustischer Luftsensor ausgebildet ist. Hierbei wird beispielhaft auf den Sender 9 Bezug genommen, da dieser prinzipiell genau so aufgebaut ist wie der Empfänger 11. Der Sender 9 weist eine Membran 17 und eine Piezoscheibe 18 auf, die mit der Membran 17 verbunden ist. Diese Anordnung kann z. B. mittels eines geeigneten Grundkörpers an der Leitung 2 positioniert werden. Der Sender 9 kann an einen in Fig. 2 nicht näher dargestellten Hochvolt-Impulsgenerator angeschlossen werden.

In entsprechender Weise ist der Empfänger 11 aufgebaut.

Durch diese Art Aufbau werden mithin zwei akustische Sende/Empfangs-Einrichtungen 3 und 4 gebildet, die nach den Prinzipien des eingangs erläuterten erfundungsgemäßen Verfahrens betrieben werden können.

Die Art der Erzeugung der Sende/Empfangsimpulse ist in den Fig. 3-5 verdeutlicht, wobei Fig. 4 einen Empfangsimpuls bei leerer Leitung verdeutlicht, wäh-

rend Fig. 5 den Empfangsimpuls bei voller Leitung zeigt.

Die in Fig. 1 dargestellte Ausführungsform erlaubt aufgrund des Vorsehens zweier Meßstrecken 3 und 4 sowohl eine Bestimmung der absoluten Blasenlänge als auch eine Blasenzählung. Daher weist bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform die Detektionseinrichtung der erfundungsgemäßen Vorrichtung 1 ferner eine Blasenzähleinrichtung sowie eine Bestimmungseinrichtung für die Blasenlänge auf, die ebenfalls durch den Block 5 symbolisiert werden.

Soll beispielsweise die Länge einer die Leitung 2 in Richtung des Pfeiles F passierenden Blase bestimmt werden, wird zunächst durch die erste Meßstrecke 3 und, nachdem die Blase die Meßstrecke 4 erreicht hat, eine Ermittlung vorgenommen, so daß beide Meßstrecken 3 und 4 auf das Vorliegen einer Blase ansprechen. Die Zeit, während der beide Meßstrecken 3 und 4 ansprechen, wird als erste Zeitspanne registriert. Sobald die erste Meßstrecke 3 deaktiviert wird, also die Blase die Meßstrecke 3 verlassen hat, erfolgt eine Zeitzählung, die eine zweite Zeitspanne ermittelt, während der die zweite Meßstrecke 4 das Vorliegen der Blase noch anzeigt. Aus der Summe der auf diese Art und Weise ermittelten ersten und zweiten Zeitspanne und der üblicherweise bekannten Fließgeschwindigkeit kann dann die absolute Blasenlänge ermittelt werden. Voraussetzung hierbei ist, daß die Blase eine gewisse Mindestlänge aufweist, die dem Abstand zwischen den Meßstrecken 3 und 4 entspricht. Dementsprechend kann durch Wahl des Abstandes zwischen den Meßstrecken 3 und 4 beispielsweise eine kritische Mindestgröße eingestellt werden, bei deren Erfassung beispielsweise ein Alarm im Block 5 oder eine Absperrung der Leitung durch die Absperreinrichtung 6 ausgelöst werden kann. Diese Alarmbabgabe und Absperrung ist insbesondere im medizinischen Bereich von großer Bedeutung, wenn beispielsweise eine Infusion vorgenommen wird und die Lufterkennung kurz vor dem Eintritt der Leitung 2 in den Patienten erfolgt, so daß eine sofortige Absperrung erfolgen kann, wenn eine kritische Blasengröße oder Zahl ermittelt worden ist.

Die erfundungsgemäße Vorrichtung ergibt somit den Vorteil, daß sowohl eine quantitative als auch qualitative Erkennung von Gasblasen in mit Flüssigkeit gefüllten Leitungen möglich ist.

#### Patentansprüche

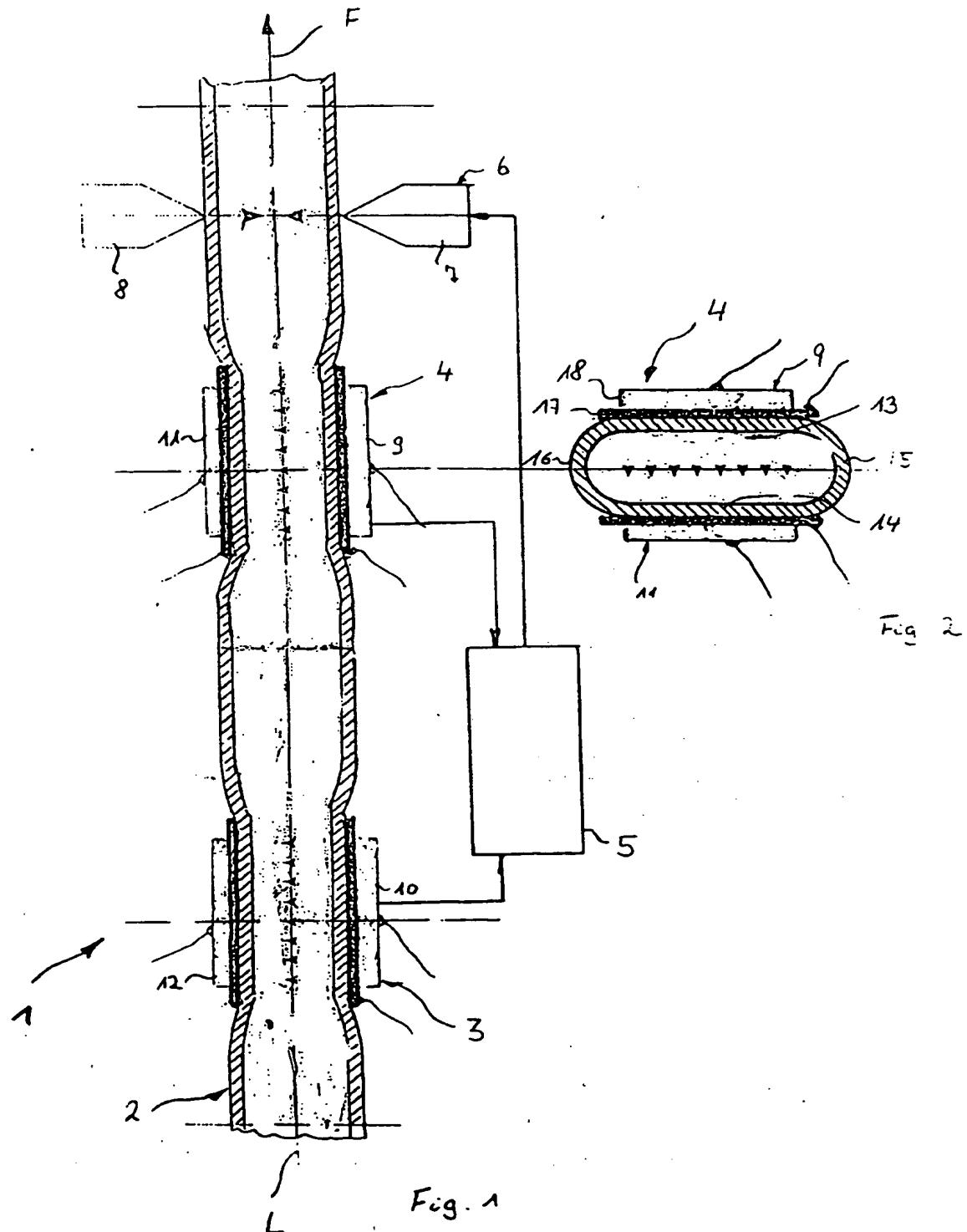
1. Verfahren zur Erkennung von Gasblasen in mit Flüssigkeit gefüllten Leitungen (2), insbesondere flexiblen Leitungen bzw. Containern, bei dem auf einer Seite der Leitung zumindest ein einzelner Sendeimpuls bestimmter Höhe, Form und Dauer ausgelöst und ein Empfangsimpuls bestimmter Höhe und Form und innerhalb einer bestimmten Zeit auf der anderen diametral gegenüberliegenden Seite der Leitung erwartet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Sendeimpuls hoher Energie erzeugt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitung an der Meßstelle um ein vorbestimmtes Maß zusammengedrückt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß an zwei in Längsrichtung der Leitung voneinander beabstandeten Meßstellen Sendeimpulse erzeugt und erwartet werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 – 4, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung der absoluten Blasenlänge die Ansprechzeit mit der jeweiligen Fließgeschwindigkeit der untersuchten Flüssigkeit in Relation gesetzt wird. 5
6. Verfahren nach Anspruch 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Bestimmung der absoluten Blasenlänge dadurch erfolgt, daß bestimmt wird, ob für eine gewisse Zeit an beiden Meßstellen das Vorhandensein einer Blase ermittelt wird, daß diese Zeit als eine erste Zeitspanne gespeichert wird, daß der Zeitpunkt ermittelt wird, ab dem an der in Strömungsrichtung gesehen ersten Meßstelle keine Blase mehr vorliegt, daß ab diesem Zeitpunkt die Zeit des Vorliegens der Blase nur an der zweiten Meßstelle als eine zweite Zeitspanne ermittelt wird, und daß aus der Summe der ersten und zweiten Zeitspanne und dem ermittelten Wert der Fließgeschwindigkeit die Blasenlänge abgeleitet wird. 10
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 – 6, dadurch gekennzeichnet, daß zur Zählung einzelner Blasen einer Größe, die kleiner ist als der Abstand zwischen den Meßpunkten, ermittelt wird, ob sequentiell beide Meßstellen das Vorliegen einer Blase erfassen, und daß die den Blasendurchgang 25 durch die zweite Meßstelle repräsentierenden Signale gezählt werden.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 – 7, dadurch gekennzeichnet, daß in Abhängigkeit einstellbarer Maximalwerte für Blasenzahl und Blasengröße bei Überschreiten zumindest eines dieser Maximalwerte ein Alarm ausgelöst wird. 30
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß bei Überschreiten der Maximalwerte ferner die Leitung abgesperrt wird. 35
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 – 9, dadurch gekennzeichnet, daß als Sende- und Empfangsimpulse akustische Signale erzeugt bzw. empfangen werden.
11. Vorrichtung (1) zur Erkennung von Gasblasen in mit Flüssigkeit gefüllten Leitungen (2), insbesondere flexiblen, schlauchförmigen Leitungen bzw. Containern, 40
- mit einer außerhalb der Leitung (2) angeordneten Detektionseinrichtung mit zumindest einer Sende/ Empfangseinrichtung (3, 4), die einen Sender (9 bzw. 10) und einem Empfänger (11 bzw. 12) aufweist, dadurch gekennzeichnet,
  - daß der Sender (9, 10) auf einer Seite der Leitung (2) und der Empfänger (11, 12) auf der anderen diametral gegenüberliegenden Seite der Leitung (2) angeordnet ist, und
  - daß der Sender (9, 10) und der Empfänger (11, 12) auf der Außenfläche der Leitung (2) 55 aufliegen.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand des Senders (9, 10) zum Empfänger (11, 12) senkrecht zur Längsachse (L) der Leitung (2) kleiner ist als die Außenabmessung der Leitung (2), und daß dadurch zwei Auflagewandbereiche (13, 14) der Leitung (2) geschaffen werden, die im wesentlichen parallel zueinander angeordnet sind. 60
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Breite des Senders (9, 10) und Empfängers (11, 12) geringer ist als die Breite der Auflagewandbereiche (13, 14). 65

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 – 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Detektionseinrichtung zwei Sende/Empfangs-Einrichtungen (3, 4) aufweist, die entlang der Längsachse (L) der Leitung (2) in wählbarem Abstand zueinander angeordnet sind.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 – 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Detektionseinrichtung eine Zähleinrichtung (5) aufweist, die die Anzahl der Blasen ermittelt, die die Sende/Empfangs-Einrichtungen (3, 4) passieren.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 – 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Detektionseinrichtung ferner eine Einrichtung zur Bestimmung der absoluten Blasenlänge aufweist, die die Ansprechzeit mit der Fließgeschwindigkeit (F) des in der Leitung geführten Fluides in Relation setzt.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 – 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Detektionseinrichtung ferner eine Alarmeinrichtung aufweist.
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 – 17, dadurch gekennzeichnet, daß eine Absperreinrichtung (6) vorgesehen ist, die in Alarmfällen in Abhängigkeit von der Detektion Blasen kritischer Größe bzw. Zahl in kürzester Zeit die Leitung (2) zur Blockierung des Fluidflusses sperrt.
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 – 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Sende/Empfangs-Einrichtung (3, 4) als akustische Luftdetektoren ausgebildet sind.
20. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Sender (9, 10) und Empfänger (11, 12) mit Piezoelementen zur Erzeugung der Sendeimpulse bzw. Empfangsimpulse versehen sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

**— Leersseite —**



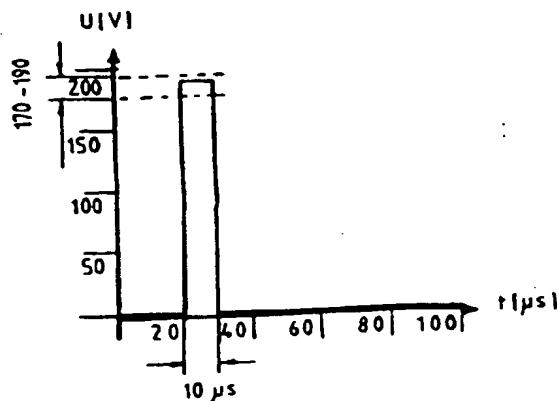


Fig. 3

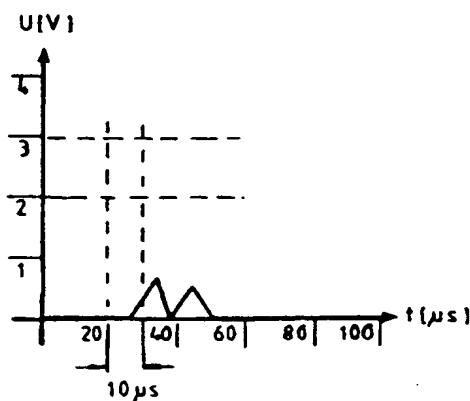


Fig. 4

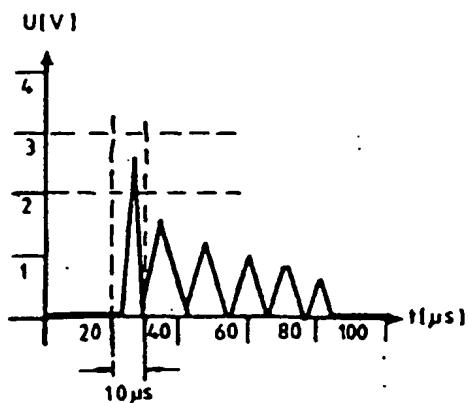


Fig. 5